



ISEL

INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA
Área Departamental de Engenharia Química

Influence of LPG Composition on Straw Applied One Component PU Winter Foam

Bruno Miguel Correia Mimoso

Trabalho Final de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Química

Resumo:

O principal objectivo desta tese é obter uma relação directa entre a composição dos gases liquefeitos de petróleo (GLP), propano, n-butano e isobutano, usados como aerossóis propulsores numa lata de poliuretano de um componente, com as propriedades das espumas produzidas por *spray*.

As espumas obtidas, terão de ter como requisito principal, um bom desempenho a temperaturas baixas, -10°C , sendo por isso designadas por espumas de Inverno.

Uma espuma é considerada como tendo um bom desempenho se não apresentar a $-10/-10^{\circ}\text{C}$ (temperatura lata/ *spray*) *glass bubbles*, *base holes* e *cell collapse*. As espumas deverão ainda ter densidades do *spray* no molde a $+23/+23^{\circ}\text{C}$ abaixo dos 30 g/L, um rendimento superior a 30 L, boa estabilidade dimensional e um caudal de espuma a $+5/+5^{\circ}\text{C}$ superior a 5 g/s.

Os ensaios experimentais foram realizados a $+23/+23^{\circ}\text{C}$, $+5/+5^{\circ}\text{C}$ e a $-10/-10^{\circ}\text{C}$. A cada temperatura, as espumas desenvolvidas, foram submetidas a testes que permitiram determinar a sua qualidade. Testes esses que incluem os designados por *Quick Tests* (QT): o *spray* no papel e no molde das espumas nas referidas temperaturas. As amostras do papel e no molde são especialmente analisadas, quanto, às *glass bubbles*, *cell collapse*, *base holes*, *cell structur* e, *cutting shrinkage*, para além de outras propriedades. Os QT também incluem a análise da densidade no molde (ODM) e o estudo do caudal de espumas. Além dos QT foram realizados os testes da estabilidade dimensional das espumas, testes físicos de compressão e adesão, testes de expansão das espumas após *spray* e do rendimento por lata de espuma. Em todos os ensaios foi utilizado um tubo adaptador colocado na válvula da lata como método de *spray* e ainda mantida constante a proporção das matérias-primas (excepto os gases, em estudo).

As experiências iniciaram-se com o estudo de GLPs presentes no mercado de aerossóis. Estes resultaram que o GLP: propano/ n-butano/ isobutano: (30/ 0/ 70 w/w%), produz as melhores espumas de inverno a $-10/-10^{\circ}\text{C}$, reduzindo desta forma as *glass bubbles*, *base holes* e o *cell collapse* produzido pelos restantes GLP usados como aerossóis nas latas de poliuretano.

Testes posteriores tiveram como objectivo estudar a influência directa de cada gás, propano, n-butano e isobutano nas espumas. Para tal, foram usadas duas referências do estudo com GLP comercializáveis, 7396 (30 /0 /70 w/w %) e 7442 (0/ 0/ 100 w/w %). Com estes resultados concluí-se que o n-butano produz más propriedades nas espumas a $-10/- 10^{\circ}\text{C}$, formando grandes quantidades de *glass bubbles*, *base holes* e *cell collapse*. Contudo, o uso de propano reduz essas *glass bubbles*, mas em contrapartida, forma *cell collapse*. Isobutano, porém diminui o *cell collapse* mas não as *glass bubbles*.

Dos resultados experimentais podemos constatar que o caudal a +5/+5°C e densidade das espumas a +23/+23°C, são influenciados pela composição do GLP. O propano e n-butano aumentam o caudal de espuma das latas e a sua densidade, ao contrário com o que acontece com o isobutano. Todavia, pelos resultados obtidos, o isobutano proporciona os melhores rendimentos de espumas por lata.

Podemos concluir que os GLPs que contivessem cerca de 30 w/w % de propano (bons caudais a +5/+5°C e menos *glass bubbles* a -10/-10°C), e cerca 70 w/w % de isobutano (bons rendimentos de espumas, bem como menos *cell collapse* a -10/-10°C) produziam as melhores espumas.

Também foram desenvolvidos testes sobre a influência da quantidade de gás GLP presente numa lata. A análise do volume de GLP usado, foi realizada com base na melhor espuma obtida nos estudos anteriores, 7396, com um GLP (30 / 0 / 70 w/w%), e foram feitas alterações ao seu volume gás GLP presente no pré-polímero.

O estudo concluiu, que o aumento do volume pode diminuir a densidade das espumas, e o seu decréscimo, um aumento da densidade. Também indico u que um mau ajuste do volume poderá causar más propriedades nas espumas. A análise económica, concluiu que o custo das espumas com mais GLP nas suas formulações, reduz-se em cerca de 3%, a quando de um aumento do volume de GLP no pré-polímero de cerca de 8 %. Esta diminuição de custos deveu-se ao facto, de um aumento de volume de gás, implicar uma diminuição na quantidade das restantes matérias-primas, com custos superiores, já que o volume útil total da lata terá de ser sempre mantido nos 750 mL.

Com o objectivo de melhorar a qualidade da espuma 7396 (30/0/70 w/w %) obtida nos ensaios anteriores adicionou-se à formulação 7396 o HFC-152a (1,1-di fluoroetano). Os resultados demonstram que se formam espumas com más propriedades, especialmente a -10/-10°C, contudo proporcionou excelentes *shaking rate* da lata. Através de uma pequena análise de custos não é aconselhável o seu uso pelos resultados obtidos, não proporcionando um balanço custo/benefício favorável.

As três melhores espumas obtidas de todos os estudos foram comparadas com uma espuma de inverno presente no mercado. 7396 e 7638 com um volume de 27 % no prépolímero e uma composição de GLP (30/ 0 / 70 w/w%) e (13,7/ 0/ 86,3 w/w%), respectivamente, e 7690, com 37 % de volume no pré-polímero e GLP (30/ 0 / 70 w/w%), apresentaram em geral melhores resultados, comparando com a espuma *benchmark* . Contudo, os seus *shaking rate* a -10/-10°C, de cada espuma, apresentaram valores bastante inferiores à composição *benchmarking*.

Palavras-Chave – Gás propulsor, Poliuretano, GLP, Propano, N-butano, Isobutano, Espuma de inverno de um componente, 1,1-di fluoroetano (HFC-152a), Tubo adaptador.

Outubro de 2011